

プロジェクト観測の方針と実績

本間 希樹

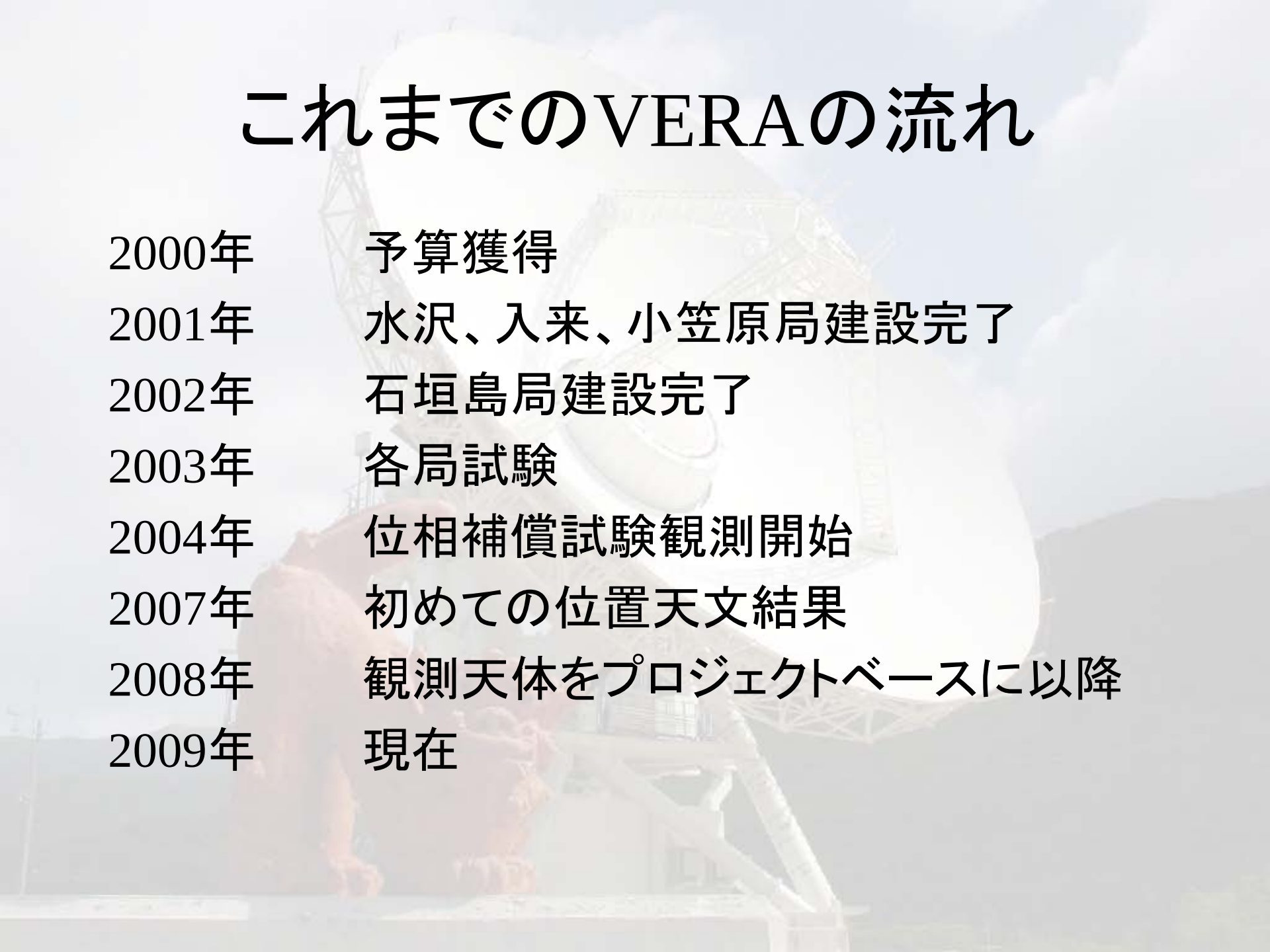
水沢VLBI観測所

これまでの観測状況

- 2009年7月まで
モニター観測終了 62天体
観測継続中 12天体
(2008年からプロジェクト観測体制を強化し、プロジェクト天体候補リストからの観測を主体とする方針に変更)
- 2009/10年シーズン
新規天体 39天体(8月末決定分)
追加 ~15天体(10月)

2010年夏に、観測終了天体数は100個を超える見込み

これまでのVERAの流れ



2000年	予算獲得
2001年	水沢、入来、小笠原局建設完了
2002年	石垣島局建設完了
2003年	各局試験
2004年	位相補償試験観測開始
2007年	初めての位置天文結果
2008年	観測天体をプロジェクトベースに以降
2009年	現在

プロジェクト観測の運用方針

- プロジェクト観測天体リストを用意し、その中から観測条件などを考慮して観測を行う(2008年より)
web pageで公開
- 現在のリストは約300天体で、このうち200天体程度を3年で観測することを想定(~66/yr)
- 複数のサイエンステーマが可能なように天体を選択
銀河系中心
バルジ／棒状構造
太陽円上天体による銀河定数決定
Outer Rotation curve
ミラ型変光星のPL関係 etc.

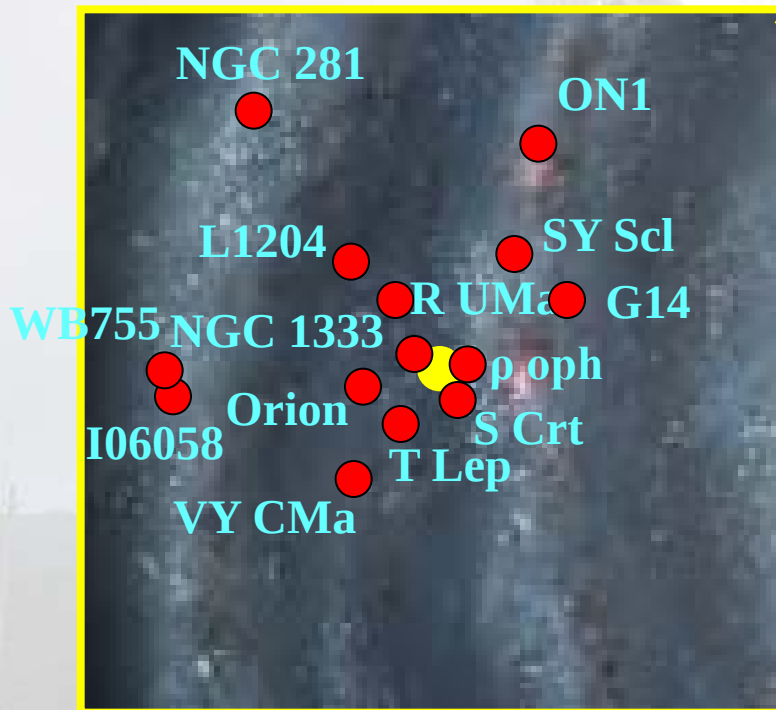
これまでの解析状況

- 2009年7月までの解析状況
視差計測 ～20天体(未出版含む)
固有運動のみ検出を加えても ～25天体
多くは解析待ちの状況
- 2009年4月より専用ソフトVEDAによる解析当番を開始し、
現在試験中。これが起動にのれば、解析速度を大幅に向上
できる
- VERAの観測データを用いた論文
これまでに34編出版(1-beam、大学連携等も含む)
2008年にはVERAの初期成果特集号(PASJ, 15編)

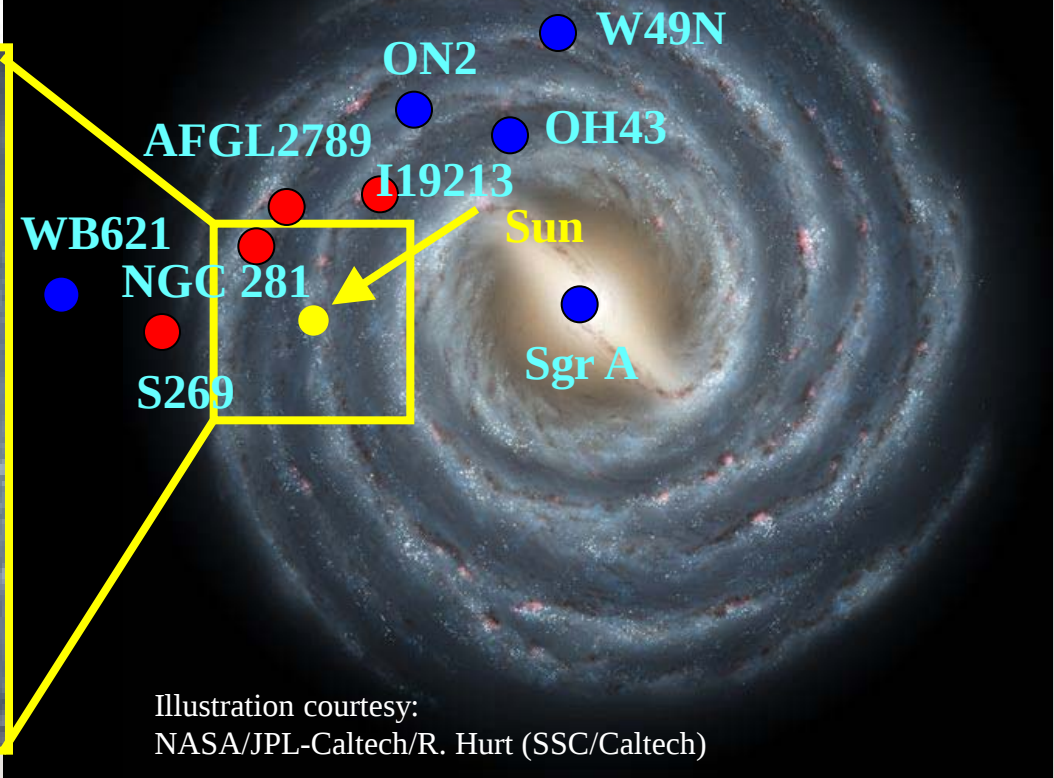
Current status of astrometry with VERA

Location of maser sources for which parallax/proper motions are obtained

Solar neighborhood



Schematic view of Galaxy



● Parallax + proper motion ● Proper motion

RC from 7 – 13 kpc

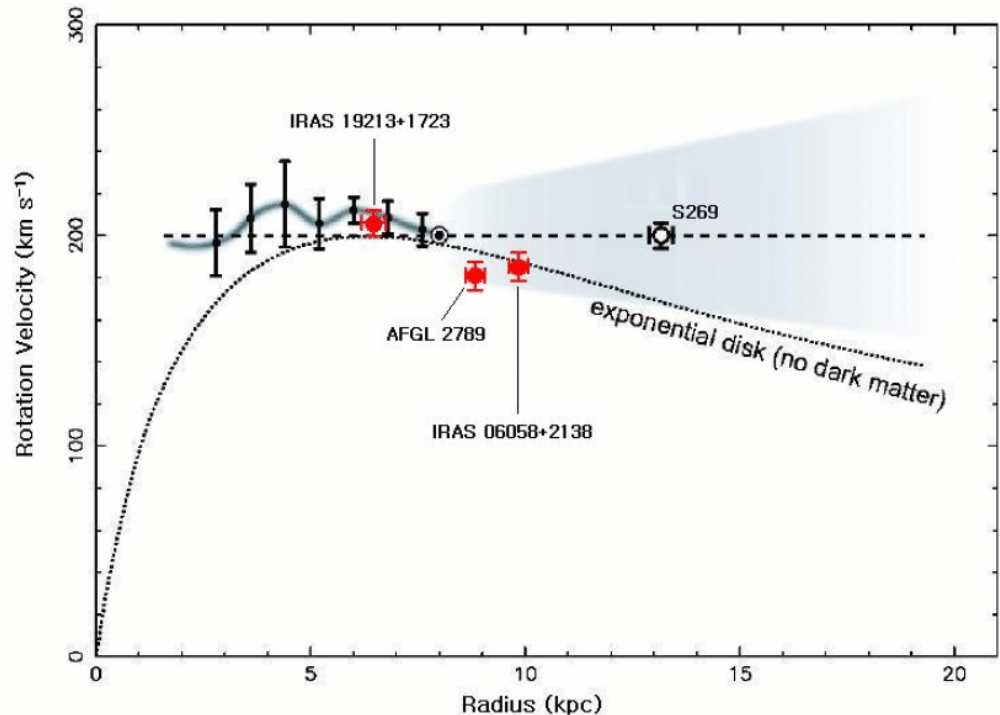
- Oh et al. (2009) obtained distances for three more sources

IRAS19213+1723

AFGL2789

IRAS06058+2138

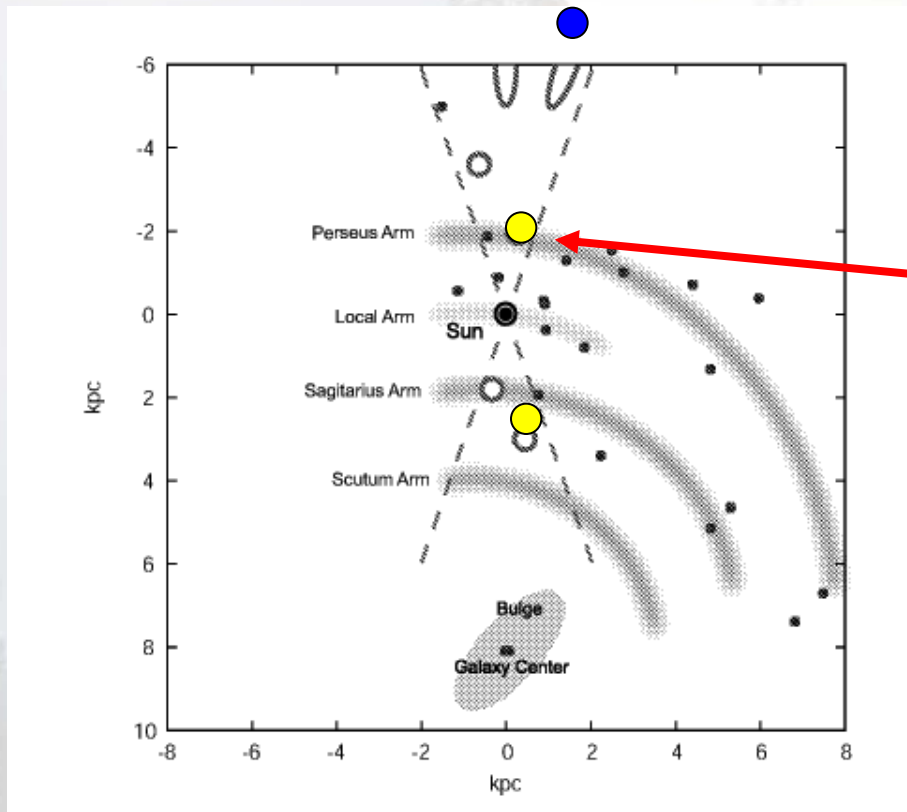
$D = 2 \sim 4$ kpc



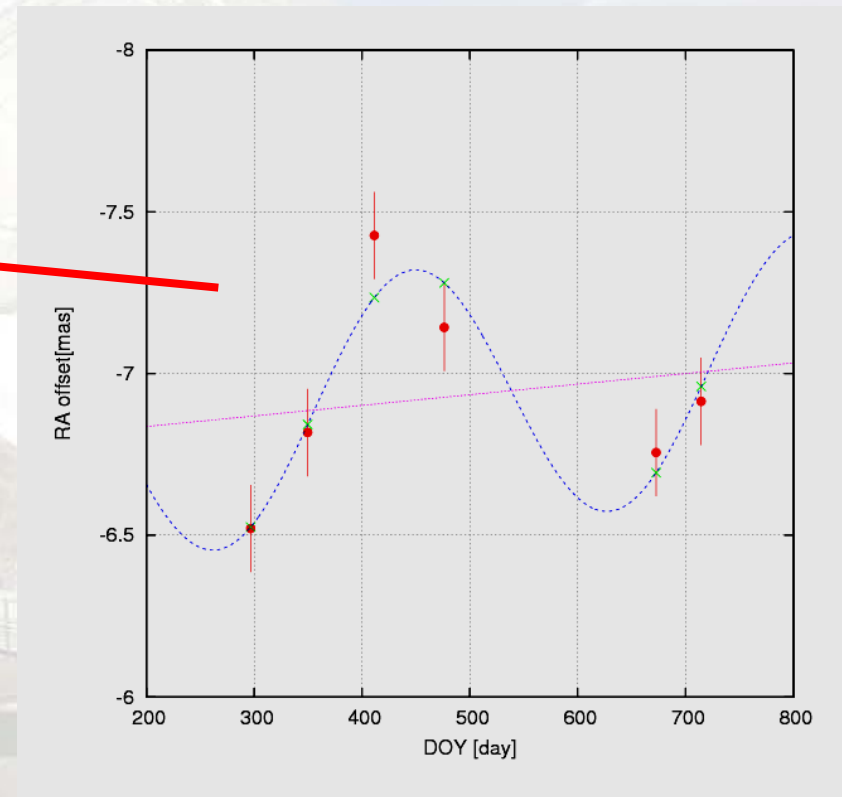
Basically consistent with FRC
(but slightly slow rotation for Perseus arm sources)

Rotation curve source

- 6 sources proposed in 2007
(G353, W28, WB755, 621, 651, 652)



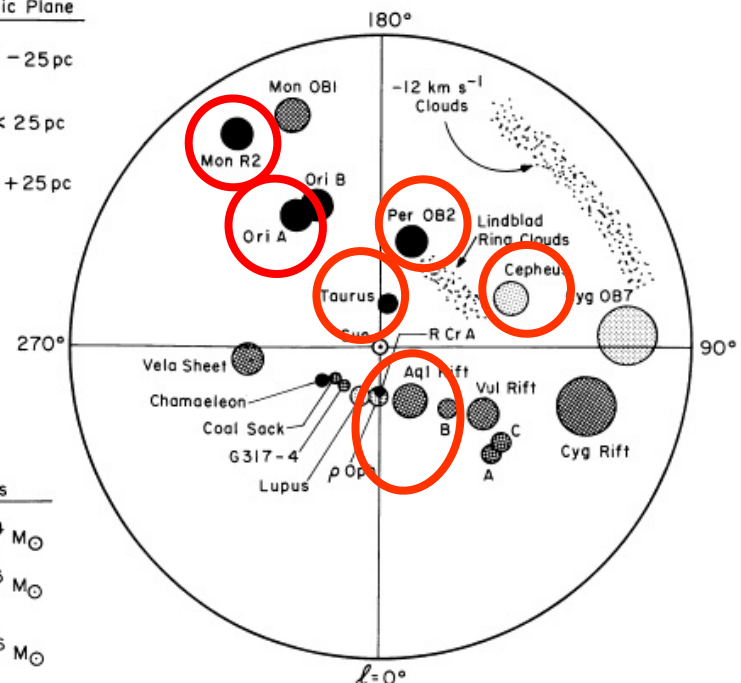
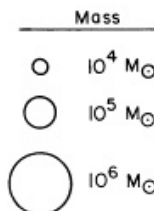
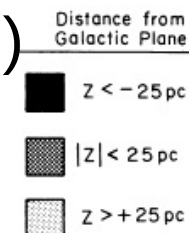
Galaxy view



WB755 RA motion, $D \sim 2.2$ kpc

Nearby SFRs

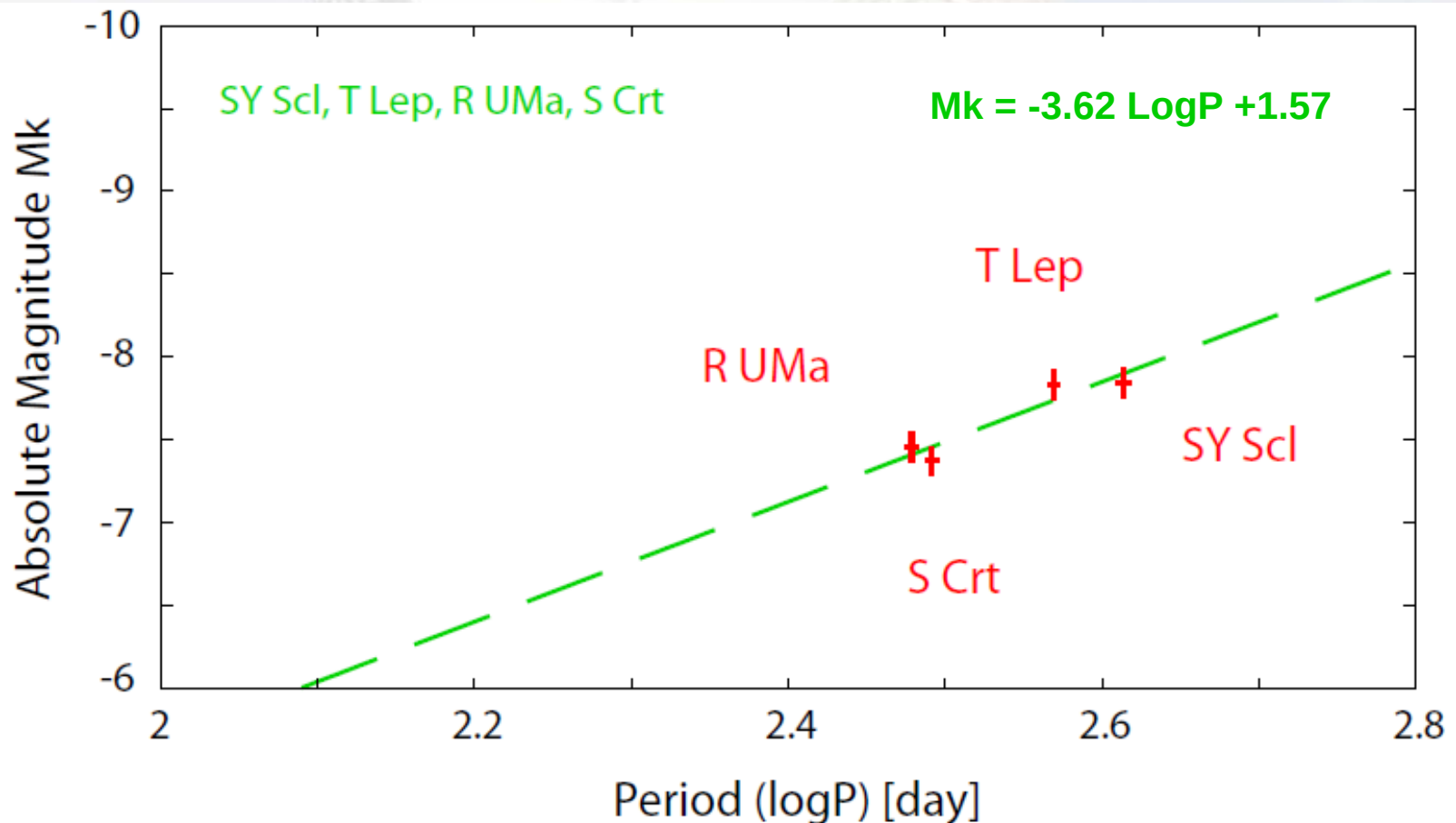
- Astrometry of SFRs within ~ 1 kpc from the Sun
 - Orion-Monoceros (Orion KL: Hirota+2007, Kim+2008)
 - Perseus (NGC1333: Hirota+2008))
 - Ophiuchus (rho-oph: Imai+2008)
 - Cepheus (L1204, Hirota+2008)
 - VY CMa (Choi+2008)
 - Orion, Taurus, Cepheus, Ophiucus (WTTS: Menten+, Torres+, Loinard+)



Dame et al. 1987

Period-Luminosity Relation of Mira

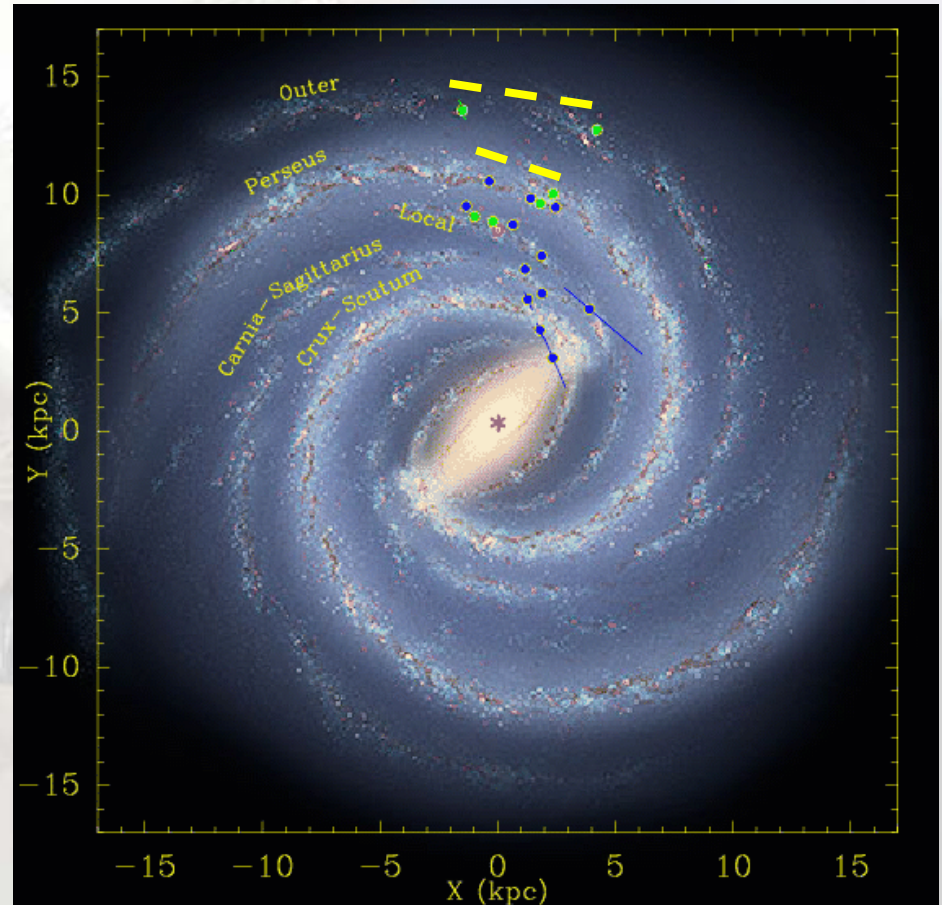
- VERA observations of SY Scl, T Lep, R UMa, S Crt are used to precisely calibrate the P-L relation of Mira



(Nakagawa et al. 2009 in prep)

Combined analysis of VLBA/VERA

- 18 sources published by 2008
10 VLBA Methanol maser project (Reid+)
4 VERA H₂O maser
4 others from VLBA
- Pitch angle of Perseus arm
16 $\pm$ 3 deg
four arm spiral ?
- Galactic constants
 $R_0 = 8.4 \pm 0.6$ kpc
 $\Theta_0 = 254$ km/s $\pm$ 16 km/s
($\Omega_0 = 30.3 \pm 0.9$ km/s/kpc)



Reid+ 2009

今後のサイエンスの展開

- 2010年にPASJ特集号第2弾を計画中
各天体の視差計測＋天体各論 ～10編
＋
複数天体によるサイエンスの第一弾
 ミラの周期高度関係(～5天体)
 銀河系回転曲線(～10天体)
 太陽円上の天体による銀河定数(～5天体)
- 2012年頃までに、100天体の位置天文計測を行い、
天体各論に加え、上記テーマの高精度化、
太陽から5 kpc以内の銀河系構造 についてまとめる

今後の精度向上への展望(I)

- 現状でも high-dec source (赤緯 $> \sim 15$ 度)、離角1度以下であれば 5 kpcまでは10%の精度で計測可能。近めの天体もメーザーの構造の影響を受け、精度は5%~10%程度が多い
- 天頂大気遅延残差(~ 2 cm)が最大の誤差要因。

$$\delta X \sim \delta \tau \Theta / B$$

(δX : 位置誤差, $\delta \tau$: 天頂大気遅延残差,

Θ : 2ビーム離角, B : 基線長)

※大気残差の改善が見込めない場合、離角の小さい参照源を選ぶか、基線長を延ばすのが高精度化につながる。

今後の精度向上への展望(II)

- 広帯域化

2012年以降、現在のソニーレコーダーに変えてHDDベースの記録装置にする必要あり。その際、8 Gbps化すれば、1 Gbps観測時と同じSNが得られる参照源の離角は平均 $1/2.2$ になり、精度が2.2倍向上する。

- 大学連携、東アジアとの協力

構造が複雑な天体については、UV coverageを改善することで感度および精度の向上が見込まれる(Sgr A/B, 近傍ミラ etc.)

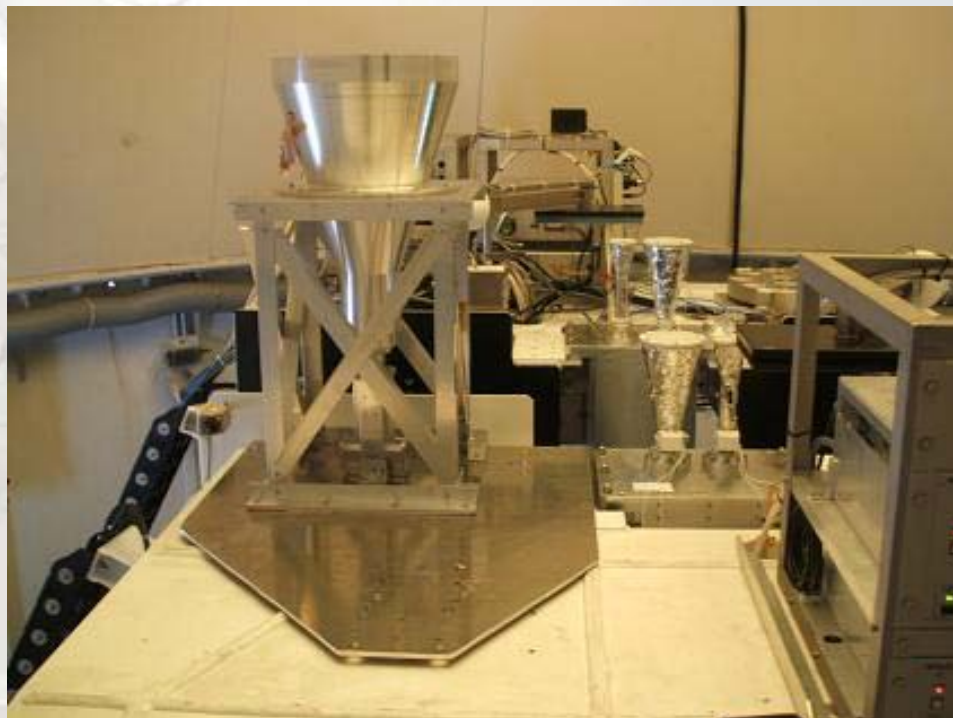
- 重要な天体については国際協力で基線を伸ばし感度向上を図る(東アジア、欧州、豪州 他)

新バンド: 6.7GHz帯

- 大阪府立大 小川研を中心に作成
- マルチフレアホーン+セプタムポラライザー
- アンプは市販の常温アンプ($T_{rx} \sim 60$ K)
- 2009年度5月に全局配備完了
- 能率 $\sim 50\%$
- $T_{sys} \sim 120$ K

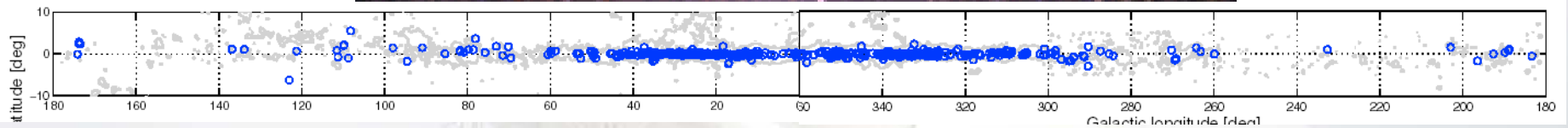
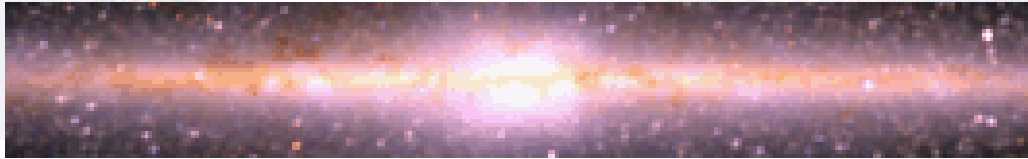
2009年5月にフリンジ検出！

2009/2010年に試験観測を行い、その後プロジェクト天体に含めることも考える

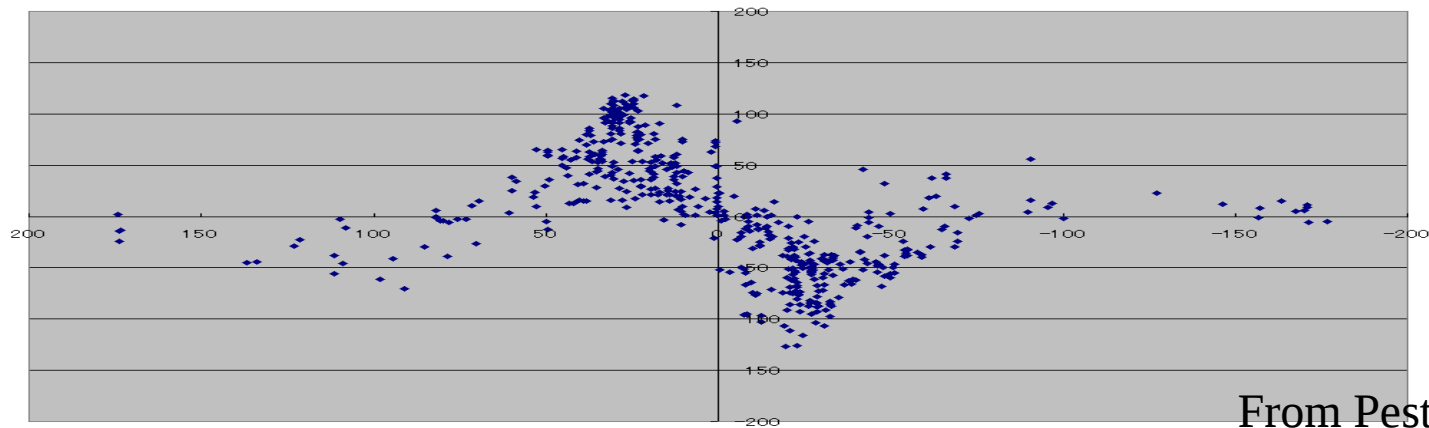


CH₃OH masers along the Galaxy

CH₃OH maser : high-mass star forming region



plot in Galactic coordinate



Position-Velocity diagram

From Pestalozzi et al.

~500 sources

国際的な状況

VLBA

- VLBAは存続の可能性大
- VLBAは今後多くの時間をLarge Projectに投資し、その中で位置天文が大きな柱となっている。
- Mark ReidらのLarge proposal
1000 hour x 5 yr, 500 sources で銀河系構造
- 4 Gbps化による高感度化
- 新C-band (4-8GHz)による6.7GHzメタノール観測

GAIA

- 順調なら2013年ころ打ち上げ、2018年には成果がでる。

VERAも上記の時期までに300~400天体について成果を目指す